

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-240154

(43)Date of publication of application : 20.10.1987

(51)Int.Cl.

B22D 19/08
B22D 19/00

(21)Application number : 61-084771

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 12.04.1986

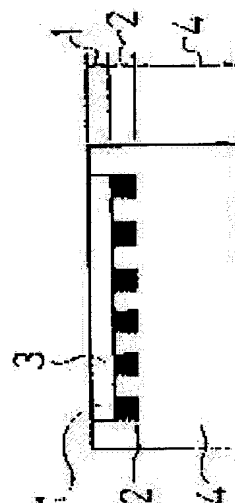
(72)Inventor : HAMASHIMA KANEO
DONOMOTO TADASHI

(54) CASTING MATERIAL HAVING EXCELLENT COOLING AND HEATING CYCLE RESISTANT CHARACTERISTIC AND PRODUCTION THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain casting material having excellent cooling and heating cycle resistant characteristic by specifying the relation among coefficients of thermal expansion for metallic materials of three kinds composing of the casting material.

CONSTITUTION: A member 1 to be enclosed as the first metallic material made of stainless steel, etc., is joined integrally in one body with a punching metal 2 as the second metallic material by spot welding, etc. Molten enclosing base material 4 as the third metallic material is invaded in plural opening part 3 in the punching metal 2 at the casting process, and filled up in the opening holes, to strengthen the joining. The enclosing base material 4 is welded on the surface of the member 1 to be enclosed through the opening holes in the punching metal. The coefficient of thermal expansion of the member 1 to be enclosed, the coefficient of thermal expansion of the punching metal 2 and the coefficient of thermal expansion of the enclosing base material 4 are denoted as β_1 , β_2 , and β_3 respectively and the relations are regulated to $\beta_1 > \beta_2 < \beta_3$. In this way, generation of the stain is prevented and the cooling and heating cycle resistant characteristic is improved.



S62-240154

A second metal material is fixed onto a portion of the surface of the first metal material and is a perforated metal which is dissimilar to the first metal material and has a shape of a plate with many holes, such as a punching metal.

The punching metal-shaped material can be formed of, for example, carbon steel, stainless, pure nickel, or pure titanium. A metal fiber, a porous metal body, or the like may be used instead of a punching metal.

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-240154

⑤ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)10月20日

B 22 D 19/08
19/00
19/08

D-8414-4E
G-8414-4E
E-8414-4E

審査請求 未請求 発明の数 1 (全9頁)

⑭ 発明の名称 耐冷熱サイクル特性に優れた鋳物部材およびその製造方法

⑰ 特 願 昭61-84771

⑱ 出 願 昭61(1986)4月12日

⑲ 発 明 者 浜 島 兼 男 豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
⑲ 発 明 者 堂 ノ 本 忠 豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
⑲ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 豊田市トヨタ町1番地
⑲ 代 理 人 弁理士 大 川 宏 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

耐冷熱サイクル特性に優れた鋳物部材
およびその製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 第1の金属材料と、該第1の金属材料の一部表面に固定され該第1の金属材料とは異種で、多数の開孔部をもつ板状の第2の金属材料とからなる被鋳包み体と、

少なくとも該被鋳包み体の該第2の金属材料側に注滿され該第2の金属材料の開孔部を介して該第1の金属材料の表面に溶着した第3の金属材料からなる鋳造体とからなり、

該第1の金属材料の熱膨張係数を $\beta 1$ 、該第2の金属材料の熱膨張係数を $\beta 2$ 、および該第3の金属材料の熱膨張係数を $\beta 3$ としたとき、

$$\beta 1 > \beta 2 < \beta 3$$

の関係になるように構成したことを特徴とする鋳物部材。

(2) 第1の金属材料と、該第1の金属材料とは

異種で、開孔部をもつ第2の金属材料とを溶接等により該第2の金属材料が接合層をなすように接合一体化した被鋳包み体を形成する第一の工程と、該被鋳包み体を、所定の姿勢で鋳型内へ配置する第二の工程と、

該鋳型内へ鋳包み基材である第3の金属材料の溶湯を注滿し、該開孔部内に該第3の金属材料を充填させ、該被鋳包み体と該鋳包み基材とを該接合層を介して一体に接合する第三の工程とからなり、かつ該第1の金属材料の熱膨張係数を $\beta 1$ 、第2の金属材料の熱膨張係数を $\beta 2$ 、および該第3の金属材料の熱膨張係数を $\beta 3$ としたとき、

$$\beta 1 > \beta 2 < \beta 3$$

の関係になるようにしたことを特徴とする耐冷熱サイクル特性に優れた鋳物部材の製造方法。

(3) 上記第1の金属材料が板形状である特許請求の範囲第2項記載の耐冷熱サイクル特性に優れた鋳物部材の製造方法。

(4) 上記第2の金属材料がパンチングメタル状の開孔金属である特許請求の範囲第2項記載の耐

冷熱サイクル特性に優れた鋳物部材の製造方法。

(5) 上記第3の金属材料が、アルミニウム、マグネシウム、銅、亜鉛、およびこれらの一種類以上を主成分とする合金である特許請求の範囲第2項記載の耐冷熱サイクル特性に優れた鋳物部材の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、例えば内燃機関用ピストン、シリンダヘッド燃焼室などに最適な耐冷熱サイクル特性に優れた鋳物部材およびその製造方法に関するものである。

[従来の技術]

鋳物の任意の部分(主に表面部)に、鋳物本体と異なる特性を付与する鋳込み接合技術は一般に知られており、各種部材の製造に応用されている。

例えば、アルミニウム、マグネシウム等の鋳物部材の局部に耐熱性が要求される場合、鋳鋼、ステンレス等を鋳包んだり、これらの部材に冷熱サイクルが加わる場合には鋳込み界面に凹凸を形成

- 3 -

すくなる。

本発明は、上記問題点のない、耐冷熱サイクル特性を向上させた鋳物部材およびその製造方法を提供することを目的とする。

[発明の構成]

(問題点を解決するための手段)

本発明の鋳物部材は、第1の金属材料と、該第1の金属材料の一部表面に固定され該第1の金属材料とは異種で、多数の開孔部をもつ板状の第2の金属材料とからなる被鋳包み体と、

少なくとも該鋳包み体の該第2の金属材料側に注湯され該第2の金属材料の開孔部を介して該第1の金属材料の表面に溶着した第3の金属材料からなる鋳造体とからなり、

該第1の金属材料の熱膨張係数を β_1 、該第2の金属材料の熱膨張係数を β_2 、および該第3の金属材料の熱膨張係数を β_3 としたとき、

$$\beta_1 > \beta_2 < \beta_3$$

の関係になるように構成したことを特徴とするものである。

- 5 -

して強力に接合させることにより耐冷熱サイクル特性を向上させることが行われている。従来行われている鋳込み方法の一例の模式図を第11図及び第12図に示す。この従来方法では被鋳包み部材7に凹凸8を設けて鋳込み基材9に接合している。

[発明が解決しようとする問題点]

耐冷熱サイクル特性は、従来行われている鋳込み界面形状を凹凸にするなど複雑化することにより改善されるが、鋳込み部材を構成する各部の間には熱膨張係数の差が存在するため、被鋳包み部材と、鋳込み基材との接合力が強い場合、いずれかの部材に歪が生じ、一方接合力が弱い場合には、界面剥離が発生する。

上記した従来の鋳込み方法の場合には第11図及び第12図において鋳込み部材各部(a、b、c)の熱膨張係数は、

$$a < b < c \quad \text{又は} \quad a > b > c$$

となり、熱膨張、収縮を繰返すことにより被鋳包み部材あるいは鋳込み基材の一方に歪が生じや

- 4 -

またこの発明の鋳物部材製造方法は、第1の金属材料と、該第1の金属材料とは異種で、開孔部をもつ第2の金属材料とを溶接等により該第2の金属材料が接合層をなすように接合一体化した被鋳包み体を形成する第一の工程と、

該被鋳包み体を、所定の姿勢で鋳型内へ配置する第二の工程と、

該鋳型内へ鋳込み基材である第3の金属材料の溶湯を注湯し、該開孔部内に該第3の金属材料を充填させ、該被鋳包み体と該鋳込み基材とを該接合層を介して一体に接合する第三の工程とからなり、かつ該第1の金属材料の熱膨張係数を β_1 、第2の金属材料の熱膨張係数を β_2 、および該第3の金属材料の熱膨張係数を β_3 としたとき、

$$\beta_1 > \beta_2 < \beta_3$$

の関係になるようにしたことを特徴とするものである。

(発明の構成の詳細な説明)

ここで、第1の金属材料とは、ステンレス、鋳鉄、鋳鋼、ニッケル合金、チタン合金、コバルト

- 6 -

合金等種々の耐熱合金から選択することができる。
この第1の金属材料の形状は薄板状が好ましい。

第2の金属材料とは、上記した第1の金属材料の一部表面に固定され、第1の金属材料とは異種で多数の開孔部をもつ板状の、例えばパンチングメタル状の開孔金属のことである。

パンチングメタル状の材質は、炭素鋼、ステンレス、純ニッケル、純チタン等から選択することができる。パンチングメタルに替えて金属繊維、多孔質金属体等を用いてもよい。

被焼包み体とは、第2の金属材料を第1の金属材料の一部表面に溶接等で固定したものである。

第3の金属材料とは、焼包み基材のことで、アルミニウム、マグネシウム、銅、亜鉛およびこれらを主成分とする合金であることが好ましい。この第3の金属材料は、その溶湯が上記した第2の金属材料側に注湯され、第2の金属材料の開孔部に充填されることにより、この開孔部を介して上記した第1の金属材料の表面に溶着される。こうして第1、第2及び第3の金属材料が接合した

- 7 -

ンチングメタル2の開孔を介して被焼包み部材1の表面に溶着される。

こうして構成された焼包み体各部の熱膨張係数、加熱状態と発生応力の関係を第2図に示す。第2図において、 $\beta 1$ は被焼包み部材1の熱膨張係数、 $\beta 2$ はパンチングメタル2の熱膨張係数、 $\beta 3$ は焼包み基材4の熱膨張係数である。図中矢印は発生応力の方向を示す。なお冷却時は逆応力となる。

接合層であるパンチングメタル2の部分の熱膨張係数を最も小さい値になるように選択したため、この部分で歪が緩和され、部材全体としての歪の発生が防止される。

第3図はパンチングメタル2の平面図でパンチ穴3(開孔部)が多数穿設されている。このパンチングメタルは、例えば、JIS SCM432、孔径 $\phi 3$ mm、開孔率50%のものを使用する。第4図は第3図の断面図である。パンチングメタル2の開孔部3の形状は、第5図に示すように各種の形状にすることができる。又、パンチングメタルの開孔率は任意に変化させることができるため、

- 9 -

焼包み体となる。

上記した耐冷熱サイクル特性に優れ歪等を生じない焼包み材料であるためには上記焼包み体構成する第1、第2、および第3の各金属の熱膨張係数 $\beta 1$ 、 $\beta 2$ 、および $\beta 3$ が

$$\beta 1 > \beta 2 < \beta 3$$

の関係になることが条件である。即ち、第1と第3の金属材料の接合層を構成する第2の金属材料の熱膨張係数が最も小さい値であることが必要であり、本発明の焼包み材料はこの点に注目し、上記関係を満足するように材料を組合せたものである。

第1図はこの発明に係る焼包み部材の一例を示すものである。ステンレス等からなる第1の金属材料である被焼包み部材1は第2の金属材料であるパンチングメタル2とスポット溶接等により接合一体化される。パンチングメタル2の多数の開孔部3には、焼造のプロセスにおいて第3の金属材料である焼包み基材4の溶湯が溶浸し、開孔内に充填され、接合を強固にする。焼包み基材4はバ

- 8 -

接合層の熱膨張係数の調整が可能である。

以上のようなこの発明の焼包み部材を製造するための具体的方法は種々考えられるが、そのうち最も望ましい製造方法、即ち、本願の第2番目の発明に係る製造方法を以下に説明する。

本発明の焼包み部材の製造方法は、被焼包み部材の焼包み面部に、熱膨張係数の異なる材質からなるパンチングメタル等の有孔材を接合一体化し、この部分を接合層として焼包む。これにより焼包み基材を有孔材の開孔内に溶浸充填させ接合をより強力化する。さらに焼包み部材を構成する各部をその熱膨張係数が所定関係になるよう予め選択してあるため、熱膨張、収縮の繰返しによっても焼包み部材に歪は発生しなくなり耐冷熱サイクル特性を確実に向上させることができる。

(発明の構成の詳細な説明)

本発明による焼包み材料の製造方法は以下に説明する第一の工程、第二の工程および第三の工程よりなる。

(第一の工程)

- 10 -

第一の工程では第1の金属材料と、これとは異種で開孔部をもつ第2の金属材料とを溶接等により第2金属材料が接合層をなすように接合一体化し、被鋳包み体を形成する。第1金属材料としては、ステンレス、鋳鉄、鋳鋼、ニッケル合金、チタン合金、コバルト合金等から選択することが出来る。第1の金属材料の形状は薄板状が好ましい。第1の金属材料に接合する有孔の第2金属材料とは例えばパンチングメタル状の開孔金属のことである。パンチングメタルの材質は、炭素鋼、ステンレス、純ニッケル、純チタン等から選択することが出来る。

パンチングメタルの代わりに、金属繊維、多孔質金属体等を用いて、溶接、ろう付け等で接合して、接合層を形成してもよい。ただし熱膨張係数が

被鋳包み部材(第1金属材料) > 接合層(第2金属材料) < 鋳包み基材(第3金属材料)の関係にあることが必要である。パンチングメタルを用いる場合、被鋳包み部材への溶接は例え

- 11 -

鋳物部材を製造することが出来る。また従来使用されている圧力鋳造を利用することもできるため安価であり、生産性も高く、又、パンチングメタルの開孔率を任意に変化させることが出来るため接合層の熱膨張係数を調整することもできる。

[実施例]

本発明の第1の実施例を説明する。

(第1の工程)

直径φ60mm、板厚2mm、ステンレス板(JIS SUS304)1を第1の金属材料として用いた。第3図及び第4図に示す直径φ60mm、板厚2mmのクローム・モリブデン鋼パンチングメタル(JIS SCM432、孔径φ3mm、開孔率50%)2を、開孔部をもつ第2の金属材料として用いて、これらステンレス板1とパンチングメタル2を第6図に示すようにスポット溶接した。本実施例ではスポット径3mmで80点溶接した。5、5'は溶接機の電極である。なおパンチングメタル2のパンチ孔形状は例えば第5図に示すようにすることができる。

- 13 -

ばスポット溶接で行う。

(第2の工程)

上記した第一の工程で、接合一体化された被鋳包み体を、少なくともパンチングメタル部側、即ち、接合層に鋳包み基材の溶湯が注湯されるような姿勢で鋳型内の所定場所へ配置する工程である。

(第3の工程)

鋳型内へ配置された被鋳包み体の接合層へ向けて鋳包み基材である第3の金属材料の溶湯を注湯し、鋳造体をつくる。

鋳包み基材としては、アルミニウム、マグネシウム、銅、亜鉛およびこれらを主成分とする合金であることが好ましい。パンチングメタルの開孔内に、鋳包み基材を充填させる。

こうして製造された鋳包み部材は、上記した接合層を最も熱膨張率の小さい材質で構成することによって、良好な耐冷熱サイクル特性が得られる。

[発明の効果]

本発明の製造方法によれば、後述する実施例の試験値で示すように耐冷熱サイクル特性に優れた

- 12 -

(第2の工程)

次いで、接合一体化された被鋳包み体6を第7図に示すようにパンチングメタル2を上に向けて鋳型内へ配置した。

(第3の工程)

温度730度Cの鋳包み基材であるアルミニウム合金4の(JIS AC8A)溶湯を注湯した後アッパーパンチ7を駆動して加圧しロアパンチ8との共働により被鋳包み体6に500kgf/cm²の圧力を加えて高圧鋳造を行った。

こうして製造した鋳物は第8図に示すようにステンレス板1がクローム・モリブデン鋼パンチングメタル2/アルミニウム合金4層を介してアルミニウム合金4に鋳包まれた状態となった。この鋳物下部より第9図及び第10図に示すような冷熱サイクル試験片を取り出した。試験片に形成される各層ごとの熱膨張係数を第1表に示した。第1表に示すように熱膨張係数は接合層となるパンチングメタル2(SCM432)/アルミニウム合金4(AC8A)の部分が最も小さな値となっ

- 14 -

ている。

また同様な方法、条件で、パンチングメタル2の材質のみを炭素鋼(JIS S58C)、ステンレス(JIS SUS430)、純ニッケル、純チタンにして実施例2～実施例5の試験片を製造した。これらの実施例の試験片の接合層(パンチングメタル2/アルミニウム合金4)の熱膨張率を第2表に示した。実施例1の試験片の場合と同様、接合層部分の熱膨張係数がステンレス板1、アルミニウム合金4(鋳包み基材)よりいずれも小さな値であった。

(比較例)

実施例1の場合と同じ方法、条件でパンチングメタル2の材質のみステンレス304(SUS304)に替えて同形状の試験片を製造した。試験片中の各層の熱膨張係数を第3表に示した。

第3表から明らかなように、試験片中の熱膨張係数が最も低いのは、試験片の表面を形成するステンレス304板の部分であり、ステンレス304板部からアルミニウム合金4(鋳包み基材)部

- 15 -

まで徐々に熱膨張係数が大きくなる材料構成となっている。

(試験)

実施例1～実施例5および比較例の試験片を用いて冷熱サイクル試験を行った。試験は試験片の表面(ステンレス304露出側)をアセチレンバーナーで5分加熱した後に水冷するまでを1サイクルとしこれを繰返して行った。試験条件の詳細を第4表に示す。

試験結果を第5表に示す。

第5表に示すように実施例1～実施例5の試験片の場合にも歪は生じなかった。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る鋳物部材の模式図であり、第2図は本発明の鋳物各部の熱膨張状態を示す説明図である。第3図は本発明に係る鋳物部材に使用したパンチングメタルの平面図であり、第4図は同断面図である。第5図は本発明に係る鋳物部材に使用したパンチングメタルの開孔部の各種形状を示す斜視図である。第6図は本発明に係る鋳

- 17 -

第1表

試験片各部の熱膨張係数	
材 質	熱 膨 張 係 数
①SUS304	$17.8 \times 10^{-6} / \text{K}$
②SCM432/AC8A	$15.4 \times 10^{-6} / \text{K}$
③AC8A	$20.5 \times 10^{-6} / \text{K}$

第2表

各試験片の接合層熱膨張係数		
実施例No	接 合 層	熱 膨 張 係 数
2	S58C/AC8A	$15.7 \times 10^{-6} / \text{K}$
3	SUS430/AC8A	$13.3 \times 10^{-6} / \text{K}$
4	NI/AC8A	$15.4 \times 10^{-6} / \text{K}$
5	TI/AC8A	$13.5 \times 10^{-6} / \text{K}$

*いずれもパンチングメタル開孔率は50%

第3表

各層の熱膨張係数	
材 質	熱 膨 張 係 数
①SUS304	$17.8 \times 10^{-6} / \text{K}$
②SUS304/AC8A	$19.2 \times 10^{-6} / \text{K}$
③AC8A	$20.5 \times 10^{-6} / \text{K}$

- 16 -

第4表

試 験 条 件	
項 目	条 件
雰囲気	大気中
加熱方法	アセチレンガスバーナー加熱
加熱時間	5分
加熱時T/P表面温度	550℃
加熱時T/P裏面温度	200℃
冷却方法	水冷
冷却時間	1分
サイクルタイム	7分/サイクル
測定数	～1000サイクル

第5表

試 験 結 果					
No .	試 験 サ イ ク ル				
	0	100	200	500	1000
実 施 例 1	○	○	○	○	○
実 施 例 2	○	○	○	○	○
実 施 例 3	○	○	○	○	○
実 施 例 4	○	○	○	○	○
実 施 例 5	○	○	○	○	○
比 較 例	○	○	●	●	—

*ただし ○:歪みなし
●: SUS304板に歪みが生じる

- 18 -

物部材の製造におけるパンチメダルとステンレス板とのスポット溶接の実施例を示す説明図であり、第7図は本発明に係る鋳造体の製造の実施例の説明図である。第8図は本発明に係る製造方法により製造された鋳物部材の平面図、第9図及び第10図は試験片の構成を示すそれぞれ平面図と断面図である。第11図及び第12図は従来の鋳込み法による鋳物部材の説明図である。

- 1…被鋳包み部材(第1の金属材料)
 2…パンチングメタル(第2の金属材料)
 3…開孔部
 4…鋳包み基材(第3の金属材料)
 5、5'…溶接電極
 6…被鋳包み体

β_1 …第1の金属材料の熱膨張係数

β_2 …第2の金属材料の熱膨張係数

β_3 …第3の金属材料の熱膨張係数

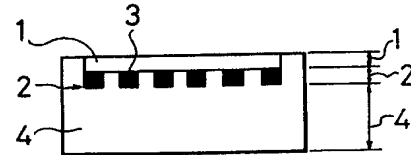
特許出願人 トヨタ自動車株式会社

代理人 弁理士 大川 宏

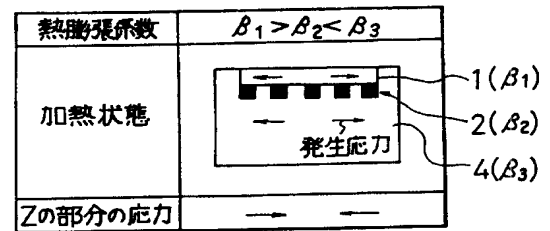
同 弁理士 丸山 明夫

- 19 -

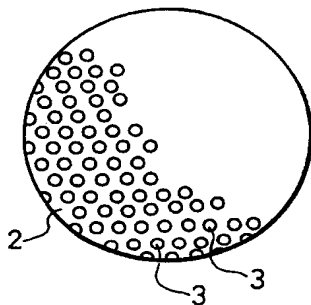
第1図



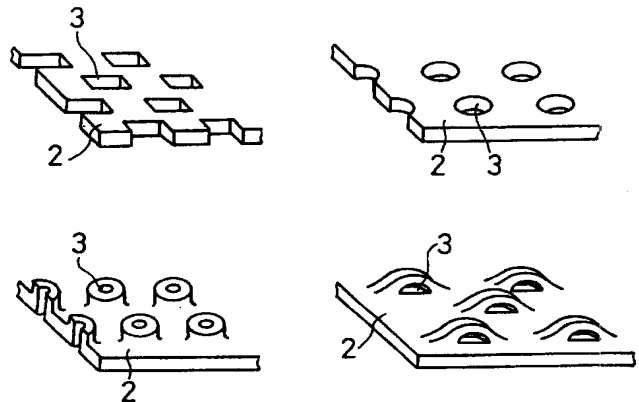
第2図



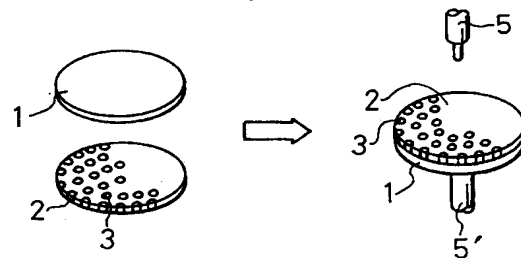
第3図



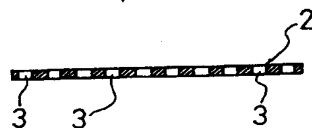
第5図



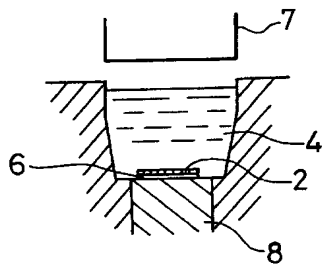
第6図



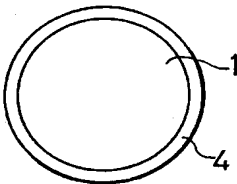
第4図



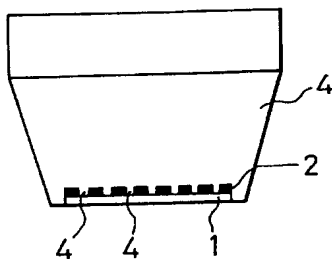
第7図



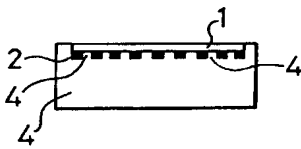
第9図



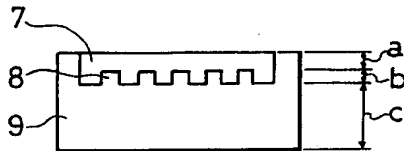
第8図



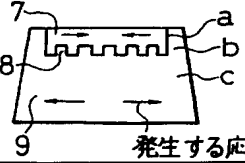
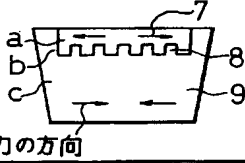
第10図



第11図



第12図

熱膨張係数	$a < b < c$	$a > b > c$
加熱時状態		

手続補正書（方式）

昭和61年6月30日

特許庁長官 宇賀道郎 殿

1. 事件の表示

昭和61年特許願第084771号

2. 発明の名称

耐冷熱サイクル特性に優れた鋳物部材
およびその製造方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(320)トヨタ自動車株式会社

代表者 松本 清

4. 代理人

〒450 愛知県名古屋市中村区名駅

3丁目3番の4

児玉ビル（電話<052>583-9720）

弁理士（8177）

大川

宏

特開 62-240154

- 1 -

方式
審査

手続補正書（自発）

昭和61年6月30日

特許庁長官 宇賀道郎 殿

1. 事件の表示

昭和61年特許願第084771号

2. 発明の名称

耐冷熱サイクル特性に優れた鋳物部材
およびその製造方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(320)トヨタ自動車株式会社

代表者 松本 清

4. 代理人

〒450 愛知県名古屋市中村区名駅

3丁目3番の4

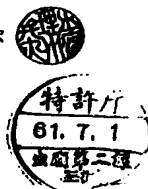
児玉ビル（電話<052>583-9720）

弁理士（8177）

大川

宏

- 1 -



5. 補正命令の日付

昭和61年6月4日

(発送日 昭和61年6月24日)

6. 補正の対象

図面の簡単な説明の欄

7. 補正の内容

(1) 明細書の第18頁にある「第4表、第5表（ただし ○：歪みなし、●：SUS304板に歪みが生じる）」を削除します。

- 2 -

5. 補正の対象

発明の詳細な説明の欄

6. 補正の内容

(1) 明細書の第17頁の第12行目と第13行目の間に別紙第4表および第5表（ただし ○：歪みなし ●：SUS304板に歪みが生じる）を挿入します。

7. 添附書類の目録

(1) 第4表および第5表（ただし ○：歪みなし ●：SUS304板に歪みが生じる）

- 2 -

別 紙

第 4 表

試 験 条 件

項 目	条 件
雰囲気	大気中
加熱方法	アセチレンガスバーナー加熱
加熱時間	5分
加熱時T/P表面温度	550℃
加熱時T/P裏面温度	200℃
冷却方法	水冷
冷却時間	1分
サイクルタイム	7分/サイクル
測定数	～1000サイクル

第 5 表

試 験 結 果

No.	試 験 サ イ ク ル				
	0	100	200	500	1000
実 施 例 1	○	○	○	○	○
実 施 例 2	○	○	○	○	○
実 施 例 3	○	○	○	○	○
実 施 例 4	○	○	○	○	○
実 施 例 5	○	○	○	○	○
比較例	○	○	●	●	—

※ただし ○：歪みなし
 ●：SUS304板に歪みが生じる